

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-291499

(43)Date of publication of application : 17.10.2000

(51)Int.Cl.

F02M 27/02
F02D 19/06
F02D 19/08
F02D 41/02
F02M 25/00
F02M 31/08
F02M 31/20
// C01B 3/38

(21)Application number : 11-098416

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.1999

(72)Inventor : KOMATSU HIROSHI

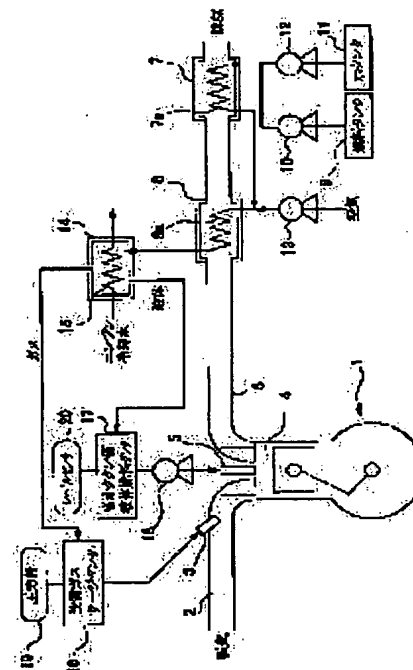
(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH FUEL REFORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable high compression ratio by increasing an octane number of liquid fuel, when reformed gas and liquid gas is selectively used.

SOLUTION: Fuel (hydrocarbon fuel) and water are gasified by exhaust heat by means of an evaporator 7. Mixed gas of gas (hydrocarbon gas and steam) and air from the evaporator 7 is supplied to a reforming unit 8, and fuel is reformed by the steam reforming reaction and a partial oxidizing reaction. A gas from the reforming unit 8 is supplied to a cooler 14 and then cooled, to condensate non-reformed hydrocarbon gas into high octane value liquid fuel and is separated from the reformed gas. The

reformed gas is stored in a tank 16 and supplied to an engine 1 by a gas fuel injector 3 in the partial load operation. The high octane value fuel is stored in a liquid fuel injector 5 in the high load operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.11.2005

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] By drawing the gas which came out of the reforming machine which reforms a fuel by the steam-reforming reaction and the partial oxidation reaction in response to supply of a fuel, water, and air as said fuel reformer, and this reforming machine in the internal combustion engine with a fuel reformer, and cooling The internal combustion engine with a fuel reformer which condenses hydrocarbon [that reforming is carried out] gas, and is characterized by establishing the means for switching which uses reformed gas and high octane value liquid fuel properly according to a service condition as high octane value liquid fuel while forming reformed gas and the condensator to separate.

[Claim 2] He is the internal combustion engine with a fuel reformer according to claim 1 characterized by using reformed gas for said means for switching at the time of an engine's partial load operation, and using high octane value liquid fuel at the time of heavy load operation.

[Claim 3] The internal combustion engine with a fuel reformer according to claim 1 or 2 characterized by being characterized by preparing the evaporator which gasifies the fuel and water which are supplied to said reforming machine with an engine's exhaust air heat.

[Claim 4] The internal combustion engine with a fuel reformer of any one publication of claim 1 characterized by forming the storage tank which stores the reformed gas and high octane value liquid fuel which were separated with said condensator, respectively - claim 3.

[Claim 5] The internal combustion engine with a fuel reformer according to claim 4 characterized by establishing a quantity-to-be-stored detection means to detect the quantity to be stored of reformed gas and high octane value liquid fuel, respectively, and the reforming control means which controls at least one side according to the quantity to be stored of reformed gas and high octane value liquid fuel among the fuel amount of supply to said reforming machine, or the reforming temperature in said reforming machine.

[Claim 6] Said reforming control means is an internal combustion engine with a fuel reformer according to claim 5 characterized by controlling the ratio of a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction, and controlling reforming temperature.

[Claim 7] Said reforming control means is an internal combustion engine with a fuel reformer according to claim 6 characterized by controlling the fuel amount of supply, the water amount of supply, and the amount of air supply to said reforming machine, and controlling the ratio of a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an internal combustion engine with a fuel reformer.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional internal combustion engine with a fuel reformer, there is a thing as shown, for example in JP,52-98819,A.

[0003] In this internal combustion engine with a fuel reformer, a fuel (hydrocarbon fuel) is fed by the eliminator through a pump from a fuel tank, and is divided into the hydrocarbon gas of a low-boiling point component, and the liquid hydrocarbon of a high-boiling point component within an eliminator. The hydrocarbon gas of a low-boiling point component is sent to a reforming machine, and with a reforming vessel, reforming of it is carried out to gas with much hydrogen content, and it is supplied to an engine through a mixer. On the other hand, the liquid hydrocarbon of a high-boiling point component is supplied to an engine through an injector as it is.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the boiling point becomes high as a property of a hydrocarbon so that a carbon content increases, it sets from an octane value necessarily not becoming high to the conventional internal combustion engine with a fuel reformer. Since the octane value of the liquid hydrocarbon of the high-boiling point component separated with the eliminator is comparable as the hydrocarbon fuel of a basis, although the internal combustion engine with a fuel reformer aims at making it burn in a high compression ratio, and improving thermal efficiency, originally by use of reformed gas. When the time of use of liquid hydrocarbon was taken into consideration, there was a trouble that a compression ratio could not be raised.

[0005] When using reformed gas and liquid fuel properly in view of such a conventional trouble, this invention makes possible high-pressure shrinkage at the time of use of liquid fuel, and aims at offering the internal combustion engine with a fuel reformer which can aim at large improvement in fuel consumption and an output.

[0006]

[Means for Solving the Problem] For this reason, by drawing the gas which came out of the reforming machine which reforms a fuel by the steam-reforming reaction and the partial oxidation reaction in response to supply of a fuel, water, and air as a fuel reformer, and this reforming machine in invention concerning claim 1, and cooling Hydrocarbon [that reforming is carried out] gas is condensed, and while forming reformed gas and the condensator to separate as high octane value liquid fuel, it is characterized by establishing the means for switching which uses reformed gas and high octane value liquid fuel properly according to a service condition.

[0007] In invention concerning claim 2, it is characterized by using reformed gas for said means for switching at the time of an engine's partial load operation, and using high octane value liquid fuel at the time of heavy load operation. In invention concerning claim 3, it is characterized by being characterized by preparing the evaporator which gasifies the fuel and water which are supplied to said reforming machine with an engine's exhaust air heat.

[0008] In invention concerning claim 4, it is characterized by forming the storage tank which stores the reformed gas and high octane value liquid fuel which were separated with said condensator, respectively. In invention concerning claim 5, it is characterized by establishing a quantity-to-be-

stored detection means to detect the quantity to be stored of reformed gas and high octane value liquid fuel, respectively, and the reforming control means which controls at least one side according to the quantity to be stored of reformed gas and high octane value liquid fuel among the fuel amount of supply to said reforming machine, or the reforming temperature in said reforming machine.

[0009] In invention concerning claim 6, said reforming control means is characterized by controlling the ratio of a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction, and controlling reforming temperature. In invention concerning claim 7, said reforming control means is characterized by controlling the fuel amount of supply, the water amount of supply, and the amount of air supply to said reforming machine, and controlling the ratio of a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction.

[0010]

[Effect of the Invention] According to invention concerning claim 1, by cooling the gas which came the reforming machine out of through and a reforming machine, without separating a fuel in advance, hydrocarbon [that reforming is carried out] gas is condensed and it can dissociate with reformed gas as high octane value liquid fuel.

[0011] As a property of a hydrocarbon, it reforms, and a ***** hydrocarbon has strong association between atoms, and is the molecule stabilized more, that is, an octane value is high. Although a component with a low octane value and a high component are intermingled and it has a certain octane value in the hydrocarbon fuel of a basis, by condensing hydrocarbon [that reforming is carried out even if it lets a reforming machine pass] gas with a condensator, and dissociating, it means extracting a component with a high octane value, and high octane value liquid fuel can be obtained. That is, high octane value liquid fuel can be obtained using the strong correlation with the difficulty of carrying out of reforming of each hydrocarbon molecule and octane value which are contained in liquid fuel.

[0012] Therefore, when using reformed gas and liquid fuel properly, high compression ratio-ization can be realized also in which field and large improvement in the fuel consumption by improvement in thermal efficiency and an output can be aimed at.

[0013] According to invention concerning claim 2, the improvement in fuel consumption at the time of partial load operation and the improvement in an output at the time of heavy load operation can be especially reconciled at a high dimension by using reformed gas at the time of an engine's partial load operation, and using high octane value liquid fuel at the time of heavy load operation.

[0014] According to invention concerning claim 3, by preparing the evaporator which gasifies the fuel and water which are supplied to a reforming machine with an engine's exhaust air heat, calorific value increase can be aimed at by recovery of exhaust air heat, and improvement in fuel consumption can be aimed at further.

[0015] According to invention concerning claim 4, the degree of freedom of proper use improves by forming the storage tank which stores the reformed gas and high octane value liquid fuel which were separated with the condensator, respectively.

[0016] According to invention concerning claim 5, according to the quantity to be stored of reformed gas and high octane value liquid fuel, it is securable by controlling at least one side among the fuel amount of supply to a reforming machine, or the reforming temperature in a reforming machine so that each quantity to be stored may become convention within the limits. While both quantities to be stored can be increased by increasing the fuel amount of supply especially, the yield of reformed gas can be increased by raising reforming temperature, and the yield of high octane value liquid fuel can be increased by reducing reforming temperature conversely.

[0017] According to invention concerning claim 6, by reducing reforming temperature, increasing the yield of high octane value liquid fuel, and increasing the ratio of the partial oxidation reaction which is exothermic reaction, reforming temperature can be raised and the yield of reformed gas can be increased by increasing the ratio of the steam-reforming reaction which is endothermic reaction.

[0018] According to invention concerning claim 7, by controlling the fuel amount of supply, the water amount of supply, and the amount of air supply to a reforming machine, the ratio of a partial oxidation reaction can be raised and, thereby, reforming temperature can be exactly controlled by raising the ratio of a steam-reforming reaction and increasing the amount of air supply by increasing especially the water amount of supply.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained below.

Drawing 1 is the system chart of the internal combustion engine with a fuel reformer which shows 1 operation gestalt of this invention.

[0020] The fuel gas injector 3 which injects fuel gas is attached in the inhalation-of-air system 2 of an engine 1, and the liquid fuel injector 5 which injects direct liquid fuel is attached in the combustion chamber 4.

[0021] The evaporator 7 which gasifies the mixed liquor object of a fuel (hydrocarbon fuel) and water with exhaust air heat, and the reforming machine 8 which reforms the mixed gas of the gas (hydrocarbon gas and steam) from this evaporator 7 and air according to exhaust air heat and a reforming catalyst arrange the reforming machine 8 to the exhaust air system upstream, and is attached in the exhaust air system 6 of an engine 1.

[0022] In here, a fuel (hydrocarbon fuel) is supplied by the fuel pump 10 from a fuel tank 9, water is supplied with a water pump 12 from a water tank 11, it is mixed in advance and these are supplied to an evaporator 7. The mixed liquor object supplied to the evaporator 7 collects and gasifies exhaust air heat in the process in which heat exchange pipe 7a in an evaporator 7 is passed.

[0023] The gas (hydrocarbon gas and steam) from an evaporator 7 is supplied to the reforming machine 8, after being mixed with the air supplied by the air pump 13. The mixed gas supplied to the reforming machine 8 is the process in which heat exchange pipe 8a with which the reforming catalyst in the reforming machine 8 is filled up is passed, a part serves as reformed gas (H_2 , CO) containing hydrogen gas by the steam-reforming reaction and the partial oxidation reaction, and the remainder (mainly aroma system) is supplied to both the condensators (condenser) 14 as hydrocarbon gas, while reforming has not been carried out by it.

[0024] The cooling pipe 15 with which an engine cooling water circulates is arranged in the interior, and a condensator 14 condenses hydrocarbon [that reforming is carried out] gas, and separates it with reformed gas as high octane value liquid fuel.

[0025] That is, among the gas from the reforming machine 8, it is only cooled with a condensator 14 and some reformed gas is divided into the headroom of a condensator 14, it is cooled with a condensator 14, and it is condensed, and liquefies and the remaining hydrocarbon [that reforming is carried out] gas is divided into the pars basilaris ossis occipitalis of a condensator 14 as high octane value liquid fuel.

[0026] As a property of a hydrocarbon, it reforms, and a ***** hydrocarbon has strong association between atoms, and is the molecule stabilized more, that is, an octane value is high. Therefore, by condensing hydrocarbon [that reforming is carried out even if it lets the reforming machine 8 pass] gas with a condensator 14, and dissociating, it means extracting a component with a high octane value, and high octane value liquid fuel can be obtained.

[0027] The reformed gas separated with the condensator 14 is drawn from a headroom, is stored in the reformed gas surge tank 16, and is led to the fuel gas injector 3 after this. On the other hand, high octane value liquid fuel is drawn from the pars basilaris ossis occipitalis of a condensator 14, is stored in the high octane value liquid fuel tank 17, and is led to the liquid fuel injector 5 by the fuel pump 18 after this.

[0028] Here, for detection of the quantity to be stored of reformed gas, as a quantity-to-be-stored detection means, the pressure gage 19 which measures tank internal pressure is attached in the reformed gas surge tank 16, and the level sensor 20 which measures oil-level height is attached in it as a quantity-to-be-stored detection means at the high octane value liquid fuel tank 17 for detection of the quantity to be stored of high octane value liquid fuel.

[0029] In the above-mentioned internal combustion engine with a fuel reformer, the reformed gas by the fuel gas injector 3 and the high octane value liquid fuel by the liquid fuel injector 5 are properly used according to a service condition by the means for switching provided by software in the control unit for engine control. In addition, the excess air factor λ at the time of use of reformed gas makes the excess air factor λ at the time of use of about 2.5 and high octane value liquid fuel about 1.0.

[0030] Drawing 2 explains the example of the proper use according to a service condition. Low moreover, reformed gas is used at the time of engine partial load operation, i.e., an engine load, in

the field (field usually used for operation) where an engine speed is low. Exhaust air heat is collected, moreover, lean combustion is possible for hydrogen gas, and the large improvement in fuel consumption of it is attained from the property of not causing knocking under a high compression ratio.

[0031] In a high field, high octane value liquid fuel is used at the time of heavy load operation of an engine, i.e., an engine load. It is because the charging efficiency of inhalation of air will fall, an output will decline, if fuel gas is used in this field, so it is liquid fuel and the fuel of a high octane value is needed.

[0032] In middle fields other than these, reformed gas and high octane value liquid fuel are used together. Reformed gas is mainly used and, specifically, high octane value liquid fuel is used as an insufficiency.

[0033] It is always necessary to maintain each quantity to be stored of the reformed gas surge tank 16 and the high octane value liquid fuel tank 17 at convention within the limits for this reason, and the fuel amount of supply by the fuel pump 10, the water amount of supply by the water pump 12, and the amount of air supply by the air pump 13 are exactly controlled for such proper use.

[0034] Drawing 3 explains flows of control for this. This flow is equivalent to a reforming control means. Step 1 (it is described in drawing as S1.) In it being the same as that of the following, a predetermined value is given, respectively as initial value of the fuel amount of supply G_g and the steam-reforming rate A_w . In addition, it is $0 \leq A_w \leq 1$.

[0035] A fuel pump 10 is controlled by step 2 to become the fuel amount of supply G_g . At step 3, the water amount of supply G_w is calculated by the degree type based on the fuel amount of supply G_g and the steam-reforming rate A_w .

[0036] $G_w = K_w \times A_w \times G_g$ However, K_w is a constant.

Moreover, based on the fuel amount of supply G_g and the steam-reforming rate A_w (partial oxidation rate $1 - A_w$), the amount G_a of air supply is calculated by the degree type.

[0037] $G_a = K_a \times (1 - A_w) \times G_g$ However, K_a is a constant.

To become the water amount of supply G_w , a water pump 12 is controlled by step 4, and an air pump 13 is controlled by it to become the amount G_a of air supply.

[0038] At step 5, the quantity to be stored of high octane value liquid fuel, i.e., the output of the level sensor 20 formed in the high octane value liquid fuel tank 17, (oil-level height) is read. At step 6, the quantity to be stored (output of a level sensor 20) of high octane value liquid fuel judges whether it is the inside of the convention range (a lower limit - upper limit), and, in outside the convention range, it progresses to step 7.

[0039] At step 7, it judges any below more than a upper limit or a lower limit they are. In below a lower limit, it progresses to step 8, it carries out the increment in a constant rate of the fuel amount of supply G_g ($G_g = G_g + \Delta G_g$; ΔG_g is a constant rate), and returns to step 2.

[0040] In more than a upper limit, it progresses to step 9, it carries out constant-rate reduction of the fuel amount of supply G_g ($G_g = G_g - \Delta G_g$), and returns to step 2. It progresses to step 10, without changing the fuel amount of supply G_g by judgment at step 6, when the quantity to be stored (output of a level sensor 20) of high octane value liquid fuel is convention within the limits.

[0041] At step 10, the output (tank internal pressure) of the pressure gage 19 formed, the quantity to be stored 16, i.e., the reformed gas surge tank, of reformed gas, is read. At step 11, the quantity to be stored (output of a pressure gage 19) of reformed gas judges whether it is the inside of the convention range (a lower limit - upper limit), and, in outside the convention range, it progresses to step 12.

[0042] At step 12, it judges any below more than a upper limit or a lower limit they are. In order to progress to step 13 and to raise reforming temperature, in below a lower limit, constant value reduction of the steam-reforming rate A_w is carried out ($A_w = A_w - \Delta A_w$; ΔA_w is constant value), and it returns to step 2.

[0043] In order to progress to step 13 and to reduce reforming temperature, in more than a upper limit, the increment in constant value of the steam-reforming rate A_w is carried out ($A_w = A_w + \Delta A_w$), and it returns to step 2. It returns to step 2, without changing the steam-reforming rate A_w by judgment at step 11, when the quantity to be stored (output of a pressure gage 19) of reformed gas is convention within the limits.

[0044] as mentioned above, the quantity to be stored of high octane value liquid fuel -- a convention -- when it becomes out of range, it is fluctuating the fuel amount of supply Gg, and the amount of generation of high octane value liquid fuel is adjusted. moreover, the quantity to be stored of reformed gas -- a convention -- when it becomes out of range, it is fluctuating the ratio (steam-reforming rate Aw) of a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction, and the amount of generation of reformed gas is adjusted. When the quantity to be stored of reformed gas becomes below a lower limit, specifically by enlarging the ratio of a partial oxidation reaction, if it is small and the ratio of a steam-reforming reaction is put in another way (namely, the water amount of supply -- few -- carrying out -- the amount of air supply -- many -- carrying out), and raising reforming temperature When the amount of generation of reformed gas is made [many] and the quantity to be stored of reformed gas becomes more than a upper limit conversely if it is large and the ratio of a steam-reforming reaction is put in another way, the ratio of a partial oxidation reaction will be made small (namely, the water amount of supply -- many -- carrying out -- the amount of air supply -- few -- carrying out), and the amount of generation of reformed gas is lessened by reducing reforming temperature.

[0045] Furthermore, it explains in detail. It reforms as a property of a hydrocarbon. A ***** hydrocarbon Although association between atoms is strong, it is the molecule stabilized more, and a component with a high octane value is extracted and high octane value liquid fuel is obtained by condensing hydrocarbon [that reforming is carried out] gas with a condensator 14, and dissociating even if it lets the reforming machine 8 pass since the octane value is high Association between atoms is strong, and it will become reformed gas, if it puts to an elevated temperature even if it is the molecule stabilized more. Therefore, it will be influenced by reforming temperature how much it reforms.

[0046] Here, there are a steam-reforming reaction of endothermic reaction and a partial oxidation reaction of exothermic reaction in reforming.

- Steam-reforming reaction $C_7H_{13} + 7H_2O \rightarrow 13.5H_2 + 7CO$ (endothermic reaction)

- Partial oxidation reaction $C_7H_{13} + 3.5O_2 \rightarrow 6.5H_2 + 7CO$ (exothermic reaction)

Therefore, while reducing water and decreasing a steam-reforming reaction, by making [many] air and making a partial oxidation reaction increase, reforming temperature becomes an elevated temperature and many reformed gas is generated.

[0047] While increasing water and making a steam-reforming reaction increase conversely, by [the] lessening air and decreasing partial oxidation, reforming temperature becomes low temperature and reformed gas is generated few.

[0048] Therefore, each yield of reformed gas and high octane value liquid fuel is controllable by controlling the water amount of supply and the amount of air supply. Drawing 4 is the system chart of the internal combustion engine with a fuel reformer which shows other operation gestalten of this invention.

[0049] With this operation gestalt, the reforming machine 8 has been arranged out of the exhaust air system 6, and passage 8a with which the catalyst for reforming is filled up is covered by heat insulator 8b. Others are the same as drawing 1. It will be cooled conversely, and since a reforming operation is not made, the reforming machine 8 is arranged out of the exhaust air system 6, and if an exhaust-gas temperature is lower than reforming temperature when the reforming machine 8 is formed in the exhaust air system 6; while 10 minutes insulates, they will enlarge the rate of a partial oxidation reaction and will acquire desired reforming temperature.

[0050] In addition, with the above operation gestalt, although supply of the water to a water tank 11 is needed for supply of water, if the steam under exhaust air is condensed and water is obtained, the need for supply can be abolished.

[0051] Moreover, although it is made to carry out direct injection supply of the high octane value liquid fuel into a combustion chamber 4 with the liquid fuel injector 5, you may make it inject in the inhalation-of-air system 2 with the above operation gestalt. However, in order to raise an exhaust-gas temperature, an expansion line makes an exhaust air line a direct injection type, when injection is needed.

[Translation done.]

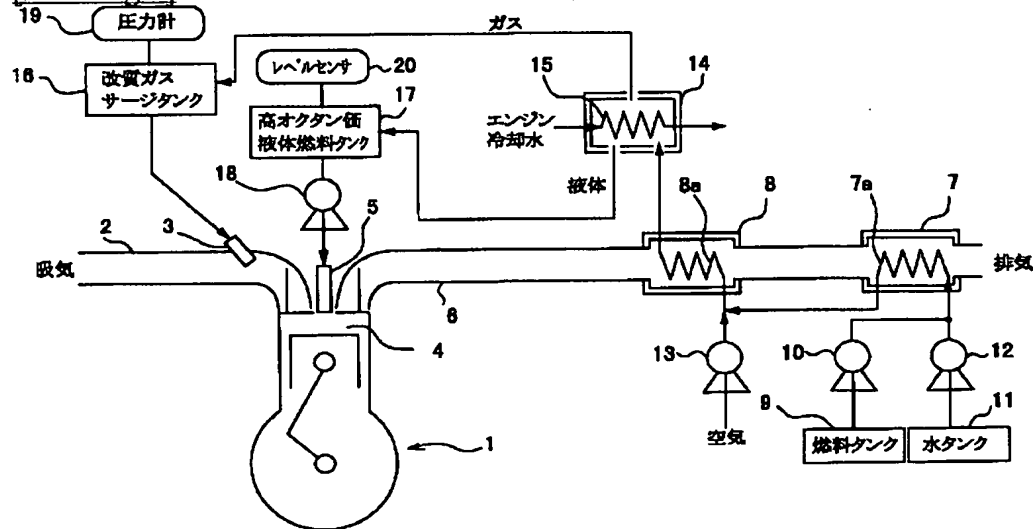
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

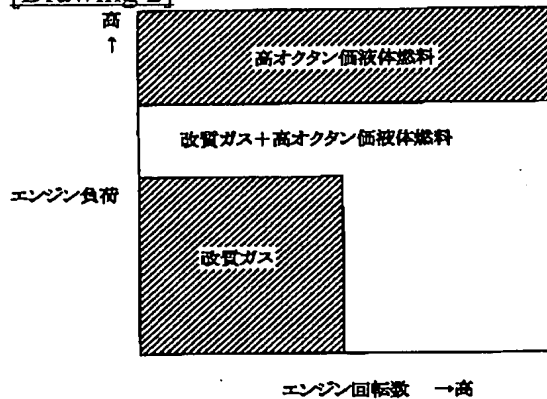
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

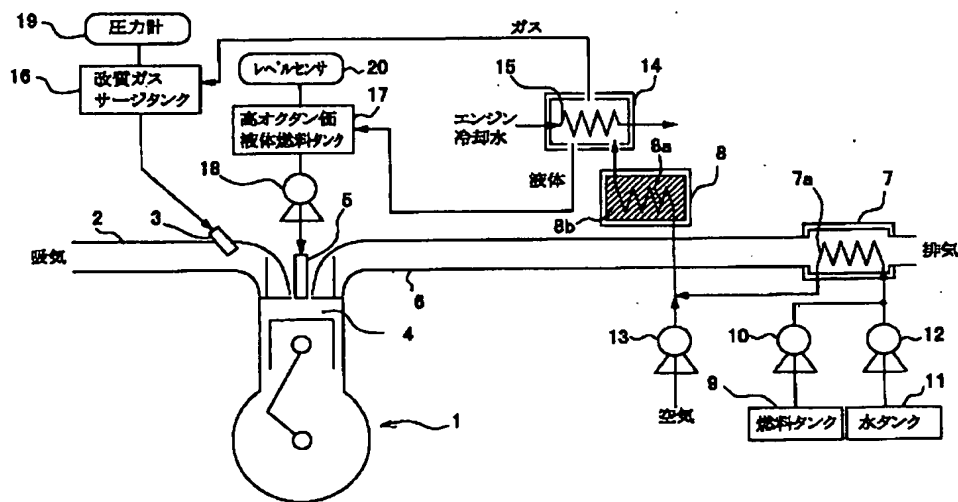
[Drawing 1]



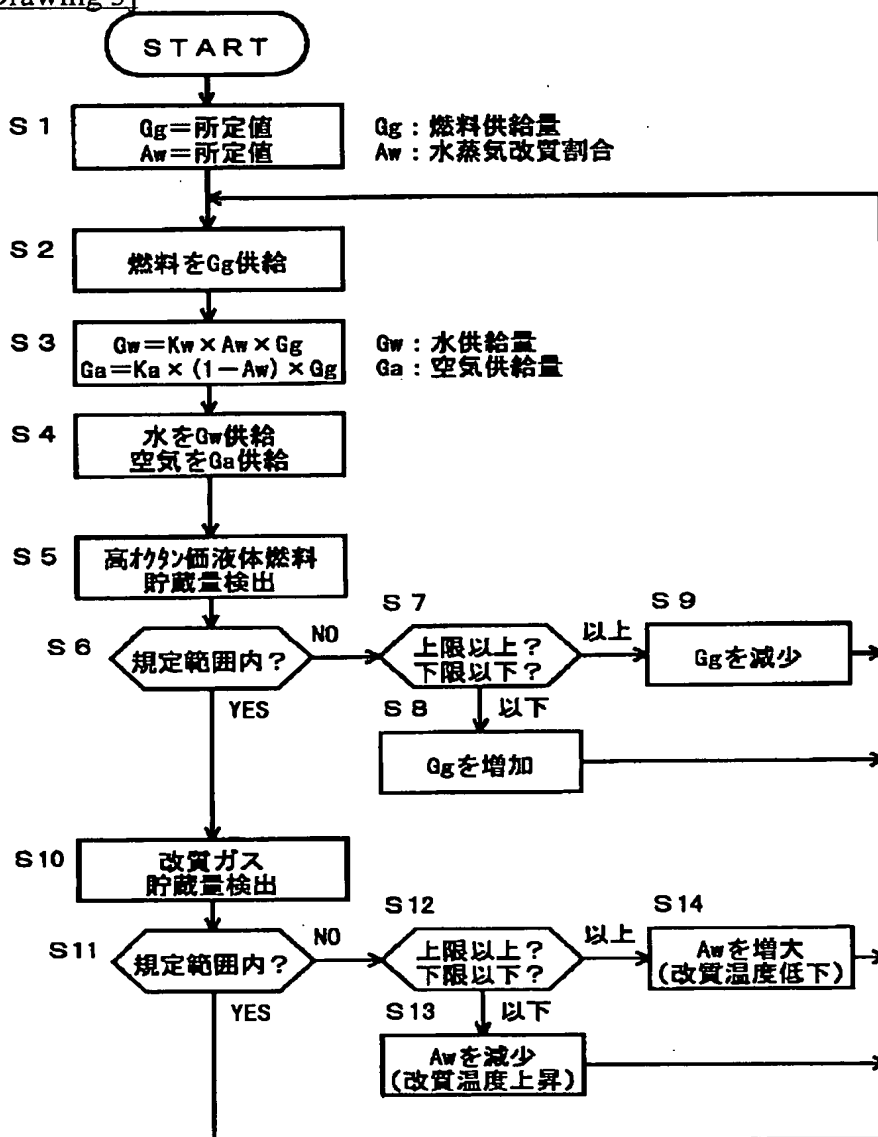
[Drawing 2]



[Drawing 4]



[Drawing 3]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-291499

(43)Date of publication of application : 17.10.2000

(51)Int.Cl.

F02M 27/02
 F02D 19/06
 F02D 19/08
 F02D 41/02
 F02M 25/00
 F02M 31/08
 F02M 31/20
 // C01B 3/38

(21)Application number : 11-098416

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.1999

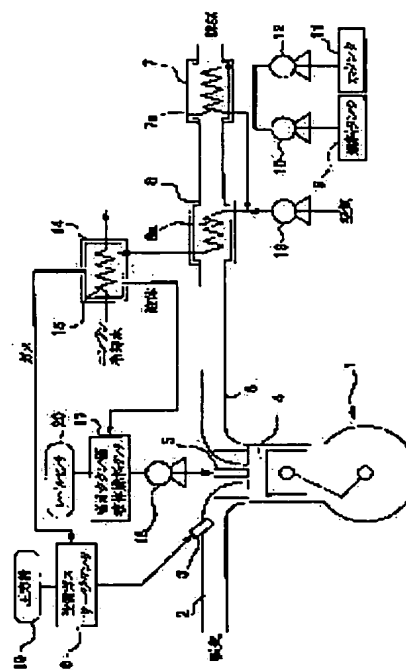
(72)Inventor : KOMATSU HIROSHI

(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH FUEL REFORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable high compression ratio by increasing an octane number of liquid fuel, when reformed gas and liquid gas is selectively used.

SOLUTION: Fuel (hydrocarbon fuel) and water are gasified by exhaust heat by means of an evaporator 7. Mixed gas of gas (hydrocarbon gas and steam) and air from the evaporator 7 is supplied to a reforming unit 8, and fuel is reformed by the steam reforming reaction and a partial oxidizing reaction. A gas from the reforming unit 8 is supplied to a cooler 14 and then cooled, to condensate non-reformed hydrocarbon gas into high octane value liquid fuel and is separated from the reformed gas. The reformed gas is stored in a tank 16 and supplied to an engine 1 by a gas fuel injector 3 in the partial load operation. The high octane valve fuel is stored in a liquid fuel injector 5 in the high load operation.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-291499

(P2000-291499A)

(43) 公開日 平成12年10月17日 (2000. 10. 17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テーマコード (参考)
F 0 2 M 27/02		F 0 2 M 27/02	E 3 G 0 9 2
			D 3 G 3 0 1
F 0 2 D 19/06		F 0 2 D 19/06	B 4 G 0 4 0
19/08		19/08	B
41/02	3 3 0	41/02	3 3 0 K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-98416

(22) 出願日 平成11年4月6日 (1999. 4. 6)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 小松 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 飯島 富二雄

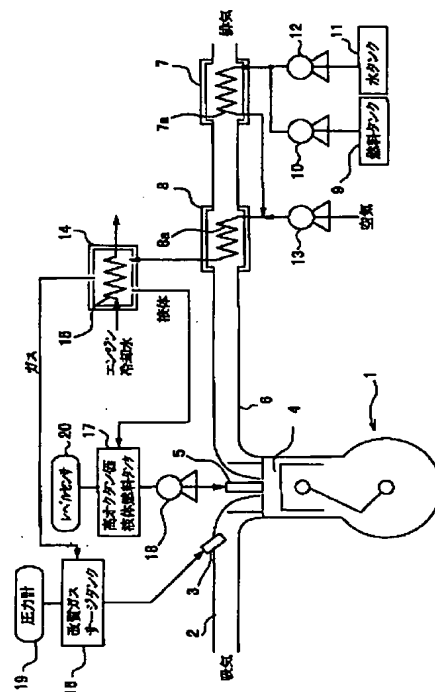
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料改質装置付き内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 改質ガスと液体燃料とを使い分ける場合に、液体燃料のオクタン価を高くして、高圧縮比化を可能にする。

【解決手段】 蒸発器7により、燃料（炭化水素燃料）及び水を排気熱によりガス化する。蒸発器7からのガス（炭化水素ガス及び水蒸気）と空気との混合ガスを改質器8に供給して、燃料を水蒸気改質反応及び部分酸化反応により改質する。改質器8からのガスを冷却器14に供給して、冷却することで、改質されないままの炭化水素ガスを凝縮し、高オクタン価液体燃料として、改質ガスと分離する。改質ガスはタンク16に貯蔵して、部分負荷運転時にガス燃料インジェクタ3よりエンジン1に供給する。高オクタン価液体燃料はタンク17に貯蔵して、高負荷運転時に液体燃料インジェクタ5よりエンジン1に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料改質装置付き内燃機関において、前記燃料改質装置として、燃料、水及び空気の供給を受けて、燃料を水蒸気改質反応及び部分酸化反応により改質する改質器と、該改質器から出たガスを導いて冷却することにより、改質されないままの炭化水素ガスを凝縮し、高オクタン価液体燃料として、改質ガスと分離する冷却器と、を設ける一方、

運転条件に応じて、改質ガスと高オクタン価液体燃料とを使い分ける切換手段を設けたことを特徴とする燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項2】前記切換手段は、機関の部分負荷運転時は改質ガスを使用し、高負荷運転時は高オクタン価液体燃料を使用することを特徴とする請求項1記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項3】前記改質器に供給する燃料及び水を機関の排気熱によりガス化する蒸発器を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項4】前記冷却器により分離した改質ガス及び高オクタン価液体燃料をそれぞれ貯蔵する貯蔵タンクを設けたことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項5】改質ガス及び高オクタン価液体燃料の貯蔵量をそれぞれ検出する貯蔵量検出手段と、改質ガス及び高オクタン価液体燃料の貯蔵量に応じて、前記改質器への燃料供給量又は前記改質器での改質温度のうち少なくとも一方を制御する改質制御手段とを設けたことを特徴とする請求項4記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項6】前記改質制御手段は、水蒸気改質反応と部分酸化反応の比率を制御して、改質温度を制御することを特徴とする請求項5記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【請求項7】前記改質制御手段は、前記改質器への燃料供給量、水供給量及び空気供給量を制御して、水蒸気改質反応と部分酸化反応の比率を制御することを特徴とする請求項6記載の燃料改質装置付き内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料改質装置付き内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料改質装置付き内燃機関としては、例えば特開昭52-98819号公報に示されるようなものがある。

【0003】この燃料改質装置付き内燃機関において、燃料（炭化水素燃料）は、燃料タンクからポンプを介して分離器に圧送され、分離器内で、低沸点成分の炭化水素ガスと高沸点成分の液体炭化水素とに分離される。低沸点成分の炭化水素ガスは、改質器に送られ、改質器に

て、水素含有の多いガスに改質され、混合器を介してエンジンに供給される。一方、高沸点成分の液体炭化水素は、そのまま、インジェクタを介してエンジンに供給される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、炭化水素の特性として、炭素量が多くなるほど、沸点は高くなるものの、オクタン価は必ずしも高くないことから、従来の燃料改質装置付き内燃機関において、分離器にて分離された高沸点成分の液体炭化水素のオクタン価はもとの炭化水素燃料と同程度であるため、本来、燃料改質装置付き内燃機関は、改質ガスの使用により、高圧縮比で燃焼させて熱効率を向上することを狙いとするものであるが、液体炭化水素の使用時を考慮すると、圧縮比を上げることができないという問題点があった。

【0005】本発明は、このような従来の問題点に鑑み、改質ガスと液体燃料とを使いわけるときに、液体燃料の使用時の高圧縮比を可能にし、燃費及び出力の大幅な向上を図ることのできる燃料改質装置付き内燃機関を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に係る発明では、燃料改質装置として、燃料、水及び空気の供給を受けて、燃料を水蒸気改質反応及び部分酸化反応により改質する改質器と、該改質器から出たガスを導いて冷却することにより、改質されないままの炭化水素ガスを凝縮し、高オクタン価液体燃料として、改質ガスと分離する冷却器と、を設ける一方、運転条件に応じて、改質ガスと高オクタン価液体燃料とを使い分ける切換手段を設けたことを特徴とする。

【0007】請求項2に係る発明では、前記切換手段は、機関の部分負荷運転時は改質ガスを使用し、高負荷運転時は高オクタン価液体燃料を使用することを特徴とする。請求項3に係る発明では、前記改質器に供給する燃料及び水を機関の排気熱によりガス化する蒸発器を設けたことを特徴とする。

【0008】請求項4に係る発明では、前記冷却器により分離した改質ガス及び高オクタン価液体燃料をそれぞれ貯蔵する貯蔵タンクを設けたことを特徴とする。請求項5に係る発明では、改質ガス及び高オクタン価液体燃料の貯蔵量をそれぞれ検出する貯蔵量検出手段と、改質ガス及び高オクタン価液体燃料の貯蔵量に応じて、前記改質器への燃料供給量又は前記改質器での改質温度のうち少なくとも一方を制御する改質制御手段とを設けたことを特徴とする。

【0009】請求項6に係る発明では、前記改質制御手段は、水蒸気改質反応と部分酸化反応の比率を制御して、改質温度を制御することを特徴とする。請求項7に係る発明では、前記改質制御手段は、前記改質器への燃料供給量、水供給量及び空気供給量を制御して、水蒸気

改質反応と部分酸化反応の比率を制御することを特徴とする。

【0010】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、燃料を事前に分離することなく改質器を通し、改質器を出たガスを冷却することで、改質されないままの炭化水素ガスを凝縮し、高オクタン価液体燃料として、改質ガスと分離できる。

【0011】炭化水素の特性として、改質しづらい炭化水素は、原子間の結合が強く、より安定した分子であり、つまりオクタン価は高い。もとの炭化水素燃料内には、オクタン価の低い成分、高い成分が混在し、あるオクタン価となっているが、改質器を通しても改質されないままの炭化水素ガスを冷却器により凝縮して分離することで、オクタン価の高い成分を抽出したことになる、高オクタン価液体燃料を得ることができる。すなわち、液体燃料に含有される各炭化水素分子の改質のしにくさとオクタン価との強い相関を利用して、高オクタン価液体燃料を得ることができるのである。

【0012】よって、改質ガスと液体燃料とを使い分ける場合に、いずれの領域においても高圧縮比化を実現でき、熱効率の向上による燃費及び出力の大幅な向上を図ることができる。

【0013】請求項2に係る発明によれば、機関の部分負荷運転時は改質ガスを使用し、高負荷運転時は高オクタン価液体燃料を使用することで、特に部分負荷運転時の燃費向上と高負荷運転時の出力向上とを高い次元で両立させることができる。

【0014】請求項3に係る発明によれば、改質器に供給する燃料及び水を機関の排気熱によりガス化する蒸発器を設けることで、排気熱の回収により発熱量増大を図り、更に燃費向上を図ることができる。

【0015】請求項4に係る発明によれば、冷却器により分離した改質ガス及び高オクタン価液体燃料をそれぞれ貯蔵する貯蔵タンクを設けることで、使い分けの自由度が向上する。

【0016】請求項5に係る発明によれば、改質ガス及び高オクタン価液体燃料の貯蔵量に応じて、改質器への燃料供給量又は改質器での改質温度のうち少なくとも一方を制御することで、各貯蔵量が規定範囲内になるよう、確保することができる。特に、燃料供給量を増大させることで、両方の貯蔵量を増大できる一方、改質温度を上昇させることで、改質ガスの収率を増大させ、逆に改質温度を低下させることで、高オクタン価液体燃料の収率を増大させることができる。

【0017】請求項6に係る発明によれば、吸熱反応である水蒸気改質反応の比率を増大させることで、改質温度を低下させて、高オクタン価液体燃料の収率を増大させ、発熱反応である部分酸化反応の比率を増大させることで、改質温度を上昇させて、改質ガスの収率を増大さ

せることができる。

【0018】請求項7に係る発明によれば、改質器への燃料供給量、水供給量及び空気供給量を制御することで、特に水供給量を増大することで、水蒸気改質反応の比率を高め、空気供給量を増大することで、部分酸化反応の比率を高めることができ、これにより改質温度を的確に制御できる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の一実施形態を示す燃料改質装置付き内燃機関のシステム図である。

【0020】エンジン1の吸気系2には、ガス燃料を噴射するガス燃料インジェクタ3が取付けられ、燃焼室4には、直接液体燃料を噴射する液体燃料インジェクタ5が取付けられている。

【0021】エンジン1の排気系6には、燃料（炭化水素燃料）と水との混合液体を排気熱によりガス化する蒸発器7と、該蒸発器7からのガス（炭化水素ガス及び水蒸気）と空気との混合ガスを排気熱と改質触媒とにより改質する改質器8とが、改質器8を排気系上流側に配置して、取付けられている。

【0022】ここにおいて、燃料（炭化水素燃料）は、燃料タンク9から燃料ポンプ10により供給され、水は、水タンク11から水ポンプ12により供給され、これらは事前に混合されて、蒸発器7に供給される。蒸発器7に供給された混合液体は、蒸発器7内の熱交換パイプ7aを通過する過程で、排気熱を回収して、ガス化する。

【0023】蒸発器7からのガス（炭化水素ガス及び水蒸気）は、エアポンプ13により供給される空気と混合された後、改質器8に供給される。改質器8に供給された混合ガスは、改質器8内の改質触媒が充填されている熱交換パイプ8aを通過する過程で、一部は、水蒸気改質反応及び部分酸化反応により、水素ガスを含有する改質ガス（ H_2 、 CO ）となって、残り（主にアロマ系）は、改質されないまま、炭化水素ガスとして、共に冷却器（凝縮器）14に供給される。

【0024】冷却器14は、その内部にエンジン冷却水が流通する冷却パイプ15が配設されており、改質されないままの炭化水素ガスを凝縮し、高オクタン価液体燃料として、改質ガスと分離する。

【0025】すなわち、改質器8からのガスのうち、一部の改質ガスは、冷却器14にて冷却されるだけで、冷却器14の上方空間に分離され、残りの改質されないままの炭化水素ガスは、冷却器14にて冷却されることで、凝縮されて、液化し、高オクタン価液体燃料として、冷却器14の底部に分離される。

【0026】炭化水素の特性として、改質しづらい炭化水素は、原子間の結合が強く、より安定した分子であり、つまりオクタン価は高い。従って、改質器8を通し

10

20

30

40

50

ても改質されないままの炭化水素ガスを冷却器 14 により凝縮して分離することで、オクタン価の高い成分を抽出したことになり、高オクタン価液体燃料を得ることができる。

【0027】冷却器 14 にて分離された改質ガスは、上方空間から導出されて、改質ガスサージタンク 16 に貯蔵され、この後、ガス燃料インジェクタ 3 に導かれる。一方、高オクタン価液体燃料は、冷却器 14 の底部から導出されて、高オクタン価液体燃料タンク 17 に貯蔵され、この後、燃料ポンプ 18 により、液体燃料インジェクタ 5 に導かれる。

【0028】ここで、改質ガスサージタンク 16 には、改質ガスの貯蔵量の検出のため、貯蔵量検出手段として、タンク内圧を計測する圧力計 19 が取付けられ、高オクタン価液体燃料タンク 17 には、高オクタン価液体燃料の貯蔵量の検出のため、貯蔵量検出手段として、液面高さを計測するレベルセンサ 20 が取付けられている。

【0029】上記の燃料改質装置付き内燃機関においては、エンジン制御用コントロールユニットにソフトウェア的に具備される切換手段により、運転条件に応じて、ガス燃料インジェクタ 3 による改質ガスと液体燃料インジェクタ 5 による高オクタン価液体燃料とを使い分ける。尚、改質ガスの使用時の空気過剰率 λ は 2.5 程度、高オクタン価液体燃料の使用時の空気過剰率 λ は 1.0 程度とする。

【0030】図 2 により運転条件に応じた使い分けの具体例を説明する。エンジンの部分負荷運転時、すなわち、エンジン負荷が低くしかもエンジン回転数が低い領域（通常運転に使用している領域）では、改質ガスを使用する。排気熱を回収し、しかも水素ガスは希薄燃焼が可能で、高圧縮比下でノッキングを起こさない特性から、大幅な燃費向上が可能となる。

【0031】エンジンの高負荷運転時、すなわち、エンジン負荷が高い領域では、高オクタン価液体燃料を使用する。この領域でガス燃料を使用すると、吸気の充填効率が低下して出力が低下するため、液体燃料でかつ高オクタン価の燃料が必要となるからである。

【0032】これら以外の中間の領域では、改質ガスと高オクタン価液体燃料とを併用する。具体的には、主に改質ガスを使用し、不足分として高オクタン価液体燃料を使用する。

【0033】このような使い分けのため、改質ガスサージタンク 16 及び高オクタン価液体燃料タンク 17 の各貯蔵量を常に規定範囲内に保っておく必要があり、このために、燃料ポンプ 10 による燃料供給量、水ポンプ 12 による水供給量、及び、エアポンプ 13 による空気供給量を的確に制御する。

【0034】このための制御フローを、図 3 により説明する。本フローが改質制御手段に相当する。ステップ 1

（図には S1 と記す。以下同様）では、燃料供給量 G_g 及び水蒸気改質割合 A_w の初期値として、それぞれ所定値を与える。尚、 $0 \leq A_w \leq 1$ である。

【0035】ステップ 2 では、燃料供給量 G_g となるように、燃料ポンプ 10 を制御する。ステップ 3 では、次式により、燃料供給量 G_g と水蒸気改質割合 A_w とに基づいて、水供給量 G_w を演算する。

【0036】 $G_w = K_w \times A_w \times G_g$ 但し、 K_w は定数である。

また、次式により、燃料供給量 G_g と水蒸気改質割合 A_w （部分酸化割合 $1 - A_w$ ）とに基づいて、空気供給量 G_a を演算する。

【0037】 $G_a = K_a \times (1 - A_w) \times G_g$ 但し、 K_a は定数である。

ステップ 4 では、水供給量 G_w となるように、水ポンプ 12 を制御し、また、空気供給量 G_a となるように、エアポンプ 13 を制御する。

【0038】ステップ 5 では、高オクタン価液体燃料の貯蔵量、すなわち、高オクタン価液体燃料タンク 17 に設けたレベルセンサ 20 の出力（液面高さ）を読み込む。ステップ 6 では、高オクタン価液体燃料の貯蔵量（レベルセンサ 20 の出力）が規定範囲（下限値～上限値）内か否かを判定し、規定範囲外の場合は、ステップ 7 へ進む。

【0039】ステップ 7 では、上限値以上又は下限値以下のいずれであるかを判定する。下限値以下の場合は、ステップ 8 へ進み、燃料供給量 G_g を一定量増加させ（ $G_g = G_g + \Delta G_g$ ； ΔG_g は一定量）、ステップ 2 へ戻る。

【0040】上限値以上の場合は、ステップ 9 へ進み、燃料供給量 G_g を一定量減少させ（ $G_g = G_g - \Delta G_g$ ）、ステップ 2 へ戻る。ステップ 6 での判定で、高オクタン価液体燃料の貯蔵量（レベルセンサ 20 の出力）が規定範囲内の場合は、燃料供給量 G_g を変更することなく、ステップ 10 へ進む。

【0041】ステップ 10 では、改質ガスの貯蔵量、すなわち、改質ガスサージタンク 16 に設けた圧力計 19 の出力（タンク内圧）を読み込む。ステップ 11 では、改質ガスの貯蔵量（圧力計 19 の出力）が規定範囲（下限値～上限値）内か否かを判定し、規定範囲外の場合は、ステップ 12 へ進む。

【0042】ステップ 12 では、上限値以上又は下限値以下のいずれであるかを判定する。下限値以下の場合は、ステップ 13 へ進み、改質温度を上昇させるため、水蒸気改質割合 A_w を一定値減少させ（ $A_w = A_w - \Delta A_w$ ； ΔA_w は一定値）、ステップ 2 へ戻る。

【0043】上限値以上の場合は、ステップ 13 へ進み、改質温度を低下させるため、水蒸気改質割合 A_w を一定値増加させ（ $A_w = A_w + \Delta A_w$ ）、ステップ 2 へ戻る。ステップ 11 での判定で、改質ガスの貯蔵量（圧

力計19の出力)が規定範囲内の場合は、水蒸気改質割合Awを変更することなく、ステップ2へ戻る。

【0044】以上のように、高オクタン価液体燃料の貯蔵量が規定範囲外となった場合は、燃料供給量Ggを増減することで、高オクタン価液体燃料の生成量を調整する。また、改質ガスの貯蔵量が規定範囲外となった場合は、水蒸気改質反応と部分酸化反応の比率(水蒸気改質割合Aw)を増減することで、改質ガスの生成量を調整する。具体的には、改質ガスの貯蔵量が下限値以下となった場合は、水蒸気改質反応の比率を小さく、言い換えれば部分酸化反応の比率を大きくして(すなわち、水供給量を少なくし、空気供給量を多くして)、改質温度を上昇させることで、改質ガスの生成量を多くし、逆に、改質ガスの貯蔵量が上限値以上となった場合は、水蒸気改質反応の比率を大きく、言い換えれば部分酸化反応の比率を小さくして(すなわち、水供給量を多くし、空気供給量を少なくして)、改質温度を低下させることで、改質ガスの生成量を少なくする。

【0045】更に詳しく説明する。炭化水素の特性として、改質しづらい炭化水素は、原子間の結合が強く、より安定した分子であり、オクタン価が高いことから、改質器8を通して改質されないままの炭化水素ガスを冷却器14により凝縮して分離することで、オクタン価の高い成分を抽出して、高オクタン価液体燃料を得るが、原子間の結合が強く、より安定した分子であっても、高温に曝せば、改質ガスとなる。従って、どの程度改質するかは、改質温度に左右されることになる。

【0046】ここで、改質には、吸熱反応の水蒸気改質反応と、発熱反応の部分酸化反応とがある。

・水蒸気改質反応

$C_7H_{18} + 7H_2O \rightarrow 13.5H_2 + 7CO$ (吸熱反応)

・部分酸化反応

$C_7H_{18} + 3.5O_2 \rightarrow 6.5H_2 + 7CO$ (発熱反応)

従って、水を減らして水蒸気改質反応を減少させると共に空気を多くして部分酸化反応を増加させることにより、改質温度は高温になり、改質ガスが多く生成される。

【0047】その逆に、水を増やして水蒸気改質反応を増加させると共に空気を少なくして部分酸化を減少させることにより、改質温度は低温になり、改質ガスが少なく生成される。

【0048】よって、水供給量及び空気供給量を制御することにより、改質ガスと高オクタン価液体燃料の各収率を制御できるのである。図4は本発明の他の実施形態を示す燃料改質装置付き内燃機関のシステム図である。

【0049】本実施形態では、改質器8を排気系6外に

配置して、改質用触媒が充填される流路8aを断熱材8bにより覆っている。その他は図1と同じである。改質器8を排気系6に設けた場合、排気温度が改質温度より低いと、逆に冷却されて、十分に改質作用がなされないため、改質器8を排気系6外に配置して、断熱する一方、部分酸化反応の割合を大きくして、所望の改質温度を得るのである。

【0050】尚、以上の実施形態では、水の供給のため、水タンク11への水の補給が必要となるが、排気中の水蒸気を凝縮して、水を得るようにすれば、補給の必要をなくすることができる。

【0051】また、以上の実施形態では、高オクタン価液体燃料を液体燃料インジェクタ5により燃焼室4内に直接噴射供給するようにしているが、吸気系2に噴射するようにしてもよい。但し、排気温度を上昇させるために、膨張行程又は排気行程噴射が必要となる場合は、直噴式とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態を示す内燃機関のシステム図

【図2】 使い分けの具体例を示す図

【図3】 制御フローを示す図

【図4】 本発明の他の実施形態を示す内燃機関のシステム図

【符号の説明】

1 エンジン

2 吸気系

3 ガス燃料インジェクタ

4 燃焼室

5 液体燃料インジェクタ

6 排気系

7 蒸発器

7a 熱交換パイプ

8 改質器

8a 改質触媒が充填された熱交換パイプ

9 燃料タンク

10 燃料ポンプ

11 水タンク

12 水ポンプ

13 エアポンプ

14 冷却器(凝縮器)

15 冷却水パイプ

16 改質ガスサージタンク

17 高オクタン価液体燃料タンク

18 燃料ポンプ

19 圧力計

20 レベルセンサ

[illegible]

高
↑

高オクタン価液体燃料

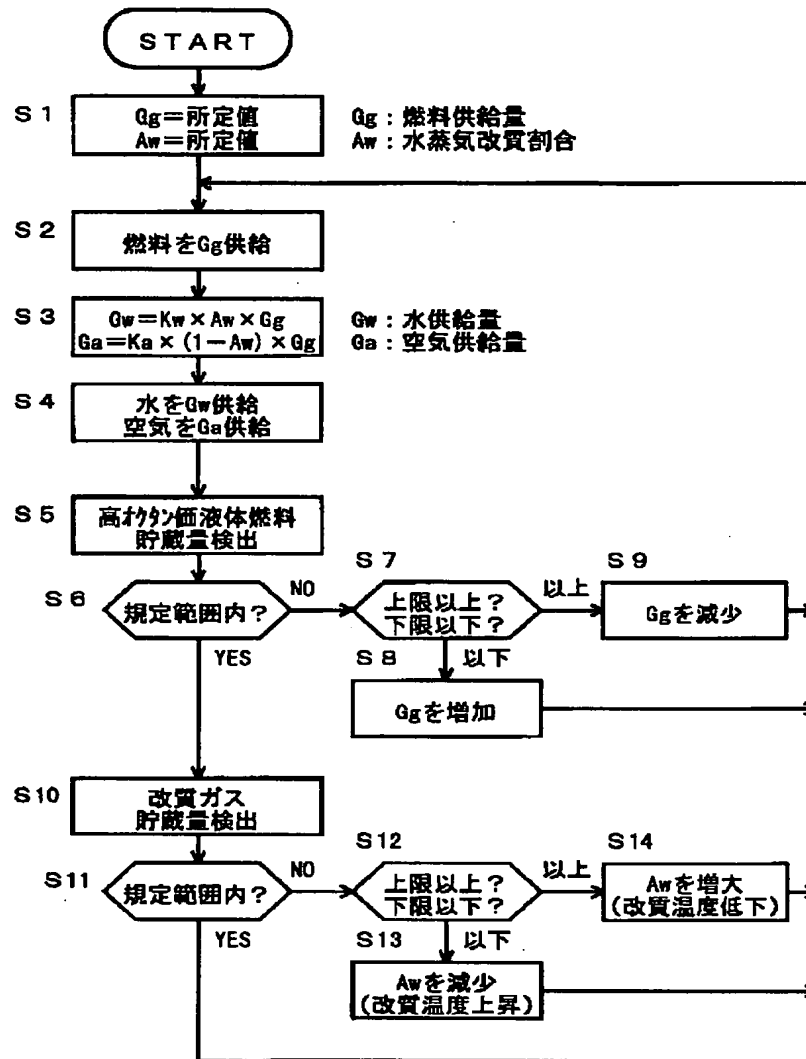
改質ガス+高オクタン価液体燃料

改質ガス

エンジン/負荷

エンジン/回転数 一高

【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.
F02M 25/00

識別記号

FI
F02M 25/00

テマコード(参考)

G
T
C

31/08

31/20

31/20

C01B 3/38

// C01B 3/38

F02M 31/08

311Z

F ターム(参考) 3G092 AA06 AB01 AB06 AB12 BB01
DE16S DE17S DE18S GA05
GA06 HB09Z
3G301 HA04 HA22 HA24 JA02 KA08
KA09 LB04 PB00Z
4G040 EA03 EA06 EB03 EB35 EB43
EB44